

**Level gauge system for urea solution used in selective catalytic reduction of exhaust pollutants, includes sensors for interdependent magnitudes, to establish filling level reliably**

Publication number: DE19841770

Publication date: 2000-04-06

Inventor: DOELLING WINFRIED (DE); WEIGL MANFRED (DE)

Applicant: SIEMENS AG (DE)

Classification:

- international: G01F23/24; G01F23/26; G01F23/22; G01F23/24;  
(IPC1-7): G01F23/24

- European: G01F23/24A4; G01F23/26; G01F23/26B2;  
G01F23/26B4

Application number: DE19981041770 19980911

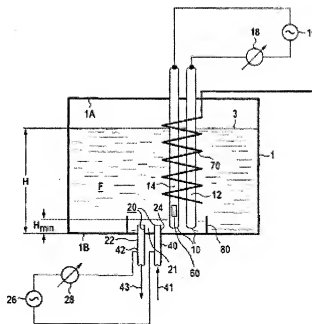
Priority number(s): DE19981041770 19980911

Report a data error here

**Abstract of DE19841770**

A reference sensor (20) determines a second value of a measured magnitude (C, L). It is arranged in the liquid (F) such that the second value is a function of other liquid parameter(s) (T, c, FI). With the level (H) above a minimum (H<sub>min</sub>), this measurement is independent of the level. An independent claim is included for the corresponding method of level

measurement. Preferred Features: The parameter is a liquid: temperature (T) and/or composition (FI) and/or concentration (c). The measured magnitude is electrical conductivity (L) and/or capacity (C). Main electrodes (12, 14) and a reference electrode (22) are included. The first electrode is common to the second- and reference electrodes. In a variant, the reference sensor element (20) is introduced through a base wall of the vessel. Reference sensor (20) and sensor element (10) are immediately adjacent, they may be included in a common measurement head or carrier body which includes a temperature sensor (60). The measurement head includes heating and cooling arrangements. Reference sensor element and sensor element are fastened at or form, an inlet or outlet unit for the fluid, e.g. they are formed by the corresponding pipes.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

## DE 198 41 770 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G01 F 23/24

21 Aktenzeichen: 198 41 770.5  
22 Anmeldetag: 11. 9. 1998  
23 Offenlegungstag: 6. 4. 2000

DE 198 41 770 A 1

71 Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:  
Dölling, Winfried, Dipl.-Ing. (FH), 96369  
Weissenbrunn, DE; Weigl, Manfred, Dipl.-Ing., 93161  
Sinzing, DE

55 Entgegenhaltungen:

DE 34 21 803 C2  
DE 31 33 239 C2  
DE 43 24 268 A1

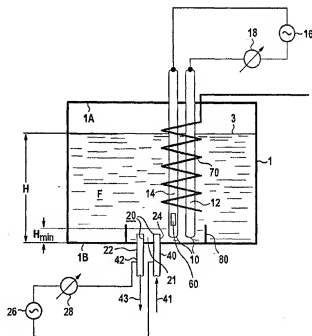
Dubbel: Taschenbuch für den Maschinenbau,  
Springer-Verlag, Berlin 1995, S. W14-W15;

### Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Vorrichtung und Verfahren zur Füllstandsmessung

57 Bei einer Füllstandsmeßvorrichtung ist neben einem Sensorelement (10) ein Referenzsensorelement (20) zur Messung eines zweiten Werts einer Meßgröße vorhanden, von der das Sensorelement (10) einen ersten Wert erfaßt. Das Referenzsensorelement (20) ist derart in der Flüssigkeit (F) angeordnet, daß der zweite Wert abhängig von einem nicht füllstandsabhängigen, spezifischen Parameter der Flüssigkeit (F) und oberhalb eines Mindestfüllstands ( $H_{min}$ ) unabhängig von dem Füllstand (H) ist. Damit ist eine sehr genaue Füllstandsmessung möglich. Bei einem Verfahren zum Messen des Füllstands (H) wird die zur Füllstandsmessung herangezogene Meßgröße auch an einer Referenzmeßstelle (21) in der Flüssigkeit (F) gemessen.



DE 198 41 770 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Füllstandsmeßvorrichtung für eine Flüssigkeit in einem Behälter, insbesondere für eine Harnstofflösung in einem Harnstoffvorratsbehälter, mit einem Sensorelement, mit dem ein erster Wert einer vom Füllstand des Behälters und von mindestens einem Parameter der Flüssigkeit abhängigen Meßgröße meßbar ist. Die Erfindung bezieht sich ebenfalls auf ein Verfahren zum Messen des Füllstands einer Flüssigkeit in einem Behälter, insbesondere einer Harnstofflösung in einem Harnstoffvorratsbehälter, bei dem ein erster Wert einer vom Füllstand des Behälters und von mindestens einem Parameter der Flüssigkeit abhängigen Meßgröße gemessen wird.

Aus dem Buch "Doppel-Taschenbuch für den Maschinenbau", Springer-Verlag, Berlin, 1995, Seite W14 bis W15, ist es bekannt, den Füllstand einer Flüssigkeit in einem Behälter mit einem mechanischen, einem elektrischen, einem hydraulischen, einem pneumatischen, einem akustischen oder einem optischen Verfahren zu messen. Bei mechanischen Verfahren werden Schwimmer oder Tastplatten verwendet. Elektrische Verfahren nutzen beispielsweise die flüssigkeitsstandsabhängige Veränderung des elektrischen Widerstands oder der Kapazität zwischen zwei Elektroden. Pneumatische Verfahren basieren auf der manometrischen Messung des von der Flüssigkeit hervorgerufenen hydrostatischen Drucks am Boden des Behälters. Bei optischen Verfahren werden Lichtschranken benutzt.

Die genannten Verfahren zur Füllstandsmessung sowie die hierzu verwendeten Vorrichtungen weisen den gemeinsamen Nachteil auf, daß das Sensorelement, mit dem die dem jeweiligen Meßprinzip zugrundeliegende Meßgröße gemessen wird, zwar vom Füllstand des Behälters, aber auch von mindestens einem Parameter der Flüssigkeit beeinflusst ist. Somit ist es häufig unmöglich, bei einer Änderung des Ausgangssignals des Sensorelements eindeutig auf eine entsprechende Änderung des Behälterfüllstands zu schließen, da die Änderung auch von einer Änderung des Parameters der Flüssigkeit hervorgerufen worden sein könnte.

Beispielsweise hängt bei einer elektrischen Füllstandsmessung, bei der als Meßgröße eine elektrische Leitfähigkeit oder eine elektrische Kapazität zwischen zwei in die Flüssigkeit eintauchenden Elektroden gemessen wird, die Meßgröße neben dem Füllstand auch von einer Temperatur und/oder von einer Konzentration eines in der Flüssigkeit gelösten Stoffs ab. Insbesondere dann, falls der Behälter großen Temperaturschwankungen unterliegt, ist eine exakte Füllstandsmessung unmöglich. Solche starken Temperaturschwankungen treten beispielsweise bei Behältern auf, die in der Automobiltechnik als Vorratsbehälter für einen Betriebsstoff verwendet werden.

Beispielsweise wird für ein an sich bekanntes Verfahren zur katalytischen Reinigung eines Abgases eines Kraftwagens (SCR-Verfahren, Selective Catalytic Reduction Technologie) die Mitnahme eines einer Harnstofflösung beinhaltenden Harnstoffvorratsbehälters auf dem Kraftwagen erforderlich. Für eine exakte elektronische Regelung und Steuerung der katalytischen Abgasreinigung kann es erforderlich sein, ein Maß für die der Regelung zugeführte und somit verbrauchte Harnstoffmenge aus einer Abnahme des Füllstands im Harnstoffvorratsbehälter zu gewinnen. Da der auf dem Kraftwagen mitgeführte Harnstoffvorratsbehälter naturgemäß starken Temperaturschwankungen unterliegt, ist mit den bekannt gewordenen Verfahren und Vorrichtungen zur Füllstandsmessung eine exakte Messung des Füllstands bzw. eine exakte Messung einer Änderung des Füllstands in dem Harnstoffvorratsbehälter nicht möglich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, sowohl ein Verfahren als auch eine Vorrichtung zur Füllstandsmessung anzugeben, mit denen eine Füllstandsmessung zuverlässiger als mit den bekannt gewordenen Vorrichtungen bzw. Verfahren möglich ist. Die Vorrichtung als auch das Verfahren sollen die Messung des Füllstands des Behälters unbeeinflusst von einem oder mehreren störenden Einflußparametern der Flüssigkeit ermöglichen.

Die auf die Vorrichtung bezogene Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein Referenzsensorelement zur Messung eines zweiten Werts der Meßgröße, das derart in der Flüssigkeit angeordnet ist, daß der zweite Wert unabhängig von dem oder jedem Parameter und bei einem Füllstand oberhalb eines Mindestfüllstands unabhängig von dem Füllstand ist.

Beispielsweise tauchen das Sensorelement und das Referenzsensorelement unterschiedlich tief in die Flüssigkeit ein. Insbesondere ist das Referenzsensorelement oder ein sensitiver Bereich des Referenzsensorelements ausschließlich unterhalb des Mindestfüllstands angeordnet und das Sensorelement oder ein sensitiver Bereich des Sensorelements erstrecken sich (auch) oberhalb des Mindestfüllstands.

Durch einen Vergleich der Ausgangssignale des Sensorelements und des Referenzsensorelements läßt sich der Füllstand bzw. eine Änderung des Füllstands exakt und eindeutig ermitteln. Eine Änderung des Füllstands führt nur zu einer Änderung des Ausgangssignals des Sensorelements. Ändert sich dagegen ein Parameter der Flüssigkeit, so schlägt sich dies in einer Änderung des Ausgangssignals sowohl des Sensorelements als auch des Referenzsensorelements nieder. Bei einer Füllstandsmeßvorrichtung ohne Referenzsensorelement könnte aus einer Veränderung des Ausgangssignals des Sensorelements weder qualitativ noch quantitativ eindeutig auf eine tatsächliche Füllstandsänderung geschlossen werden. Mit einer Füllstandsmeßvorrichtung nach der Erfindung läßt sich das Ausgangssignal des Sensorelements sowohl qualitativ als auch quantitativ bezüglich einer Änderung eines Parameters der Flüssigkeit korrigieren. Eine quantitative Korrektur ist beispielsweise möglich, falls die Ansprechempfindlichkeiten des Sensorelements und des Referenzsensorelements, beispielsweise jeweils beeinflusst durch eine Sensorfläche, als bekannt gewählt werden. Es ist aber auch möglich, jeweils eine Eichkurve der Ausgangssignale des Sensorelements und des Referenzsensorelements in Abhängigkeit vom Füllstand des Behälters aufzunehmen und die Eichkurve bei einer späteren Füllstandsmessung zugrunde zu legen.

Unter einem Füllstand wird nicht ausschließlich die Lage der Flüssigkeitsoberfläche im Behälter verstanden, sondern vielmehr allgemein ein Anteil des Behältervolumens, der mit Flüssigkeit gefüllt ist. Beispielsweise bedeutet ein Füllstand von 100%, daß der Behälter voll ist oder betriebsbedingt nicht mehr weiter gefüllt werden kann oder soll. Bei einem Füllstand von 0% ist der Behälter z. B. leer. Dementsprechend ist bei dem Mindestfüllstand noch ein Rest von Flüssigkeit in dem Behälter. Der Mindestfüllstand ist beispielsweise betriebsbedingt vorgegeben, z. B. weil der Behälter aus Gründen der Betriebssicherheit nicht ganz geleert werden soll.

Der Parameter der Flüssigkeit ist beispielsweise eine Temperatur und/oder eine Zusammensetzung und/oder eine Konzentration der Flüssigkeit.

Die Meßgröße, die von dem Sensorelement und von dem Referenzsensorelement meßbar ist, ist insbesondere eine physikalische Meßgröße, bevorzugt eine elektrische Leitfähigkeit oder eine elektrische Kapazität. In beiden Fällen ist die Füllstandsmeßvorrichtung nach der Erfindung besonders

einfach, widerstandsfähig und zuverlässig aufbaubar.

Die elektrische Leitfähigkeit hängt in der Regel von der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit der Flüssigkeit ab, die elektrische Kapazität in der Regel von der relativen Dielektrizitätszahl der Flüssigkeit. Die spezifische elektrische Leitfähigkeit und die relative Dielektrizitätszahl sind dann von mindestens einem Parameter der Flüssigkeit abhängig.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung weist die Füllstandsmeßvorrichtung eine erste Elektrode, eine zweite Elektrode und eine erste Referenzelektrode auf.

Die Elektroden und/oder die Referenzelektrode können als Rohr oder Stange ausgebildet sein.

Beispielsweise ist die erste Elektrode länger als die zweite Elektrode, so daß die beiden Elektroden – z. B. durch eine Deckenwand des Behälters eingeführt – unterschiedlich tief in die Flüssigkeit eintauchen. An einem bis unter den Mindestfüllstand eingetauchten Bereich der ersten Elektrode kann dann das Referenzsensorelement, insbesondere die erste Referenzelektrode, angebracht sein.

Vorzugsweise sind die erste Elektrode und die zweite Elektrode dem Sensorelement, und die erste Elektrode und die erste Referenzelektrode dem Referenzsensorelement zugeordnet. Dadurch, daß die erste Elektrode als gemeinsame Gegenelektrode sowohl dem Sensorelement als auch dem Referenzsensorelement zugeordnet ist, ist eine derart ausgestaltete Füllstandsmeßvorrichtung besonders einfach und platzsparend aufbaubar.

Als Gegenelektrode zur ersten Referenzelektrode kann eine zweite Referenzelektrode vorhanden sein.

Die Elektroden und/oder Referenzelektroden können beispielsweise großflächig auf einen Tragkörper aufgeklebt oder aufgedampft sein.

Nach einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Füllstandsmeßvorrichtung ist das Referenzsensorelement durch eine Bodenwand des Behälters in diesen einföhrbar. Dadurch ist auf einfache Weise gewährleistet, daß das Referenzsensorelement oberhalb eines Mindestfüllstands stets vollständig mit Flüssigkeit benetzt ist.

Das Referenzsensorelement und das Sensorelement sind vorzugsweise unmittelbar benachbart angeordnet. Dadurch wird die Zuverlässigkeit der Füllstandsmessung erhöht, da sichergestellt ist, daß das Sensorelement und das Referenzsensorelement weitgehend identischen Änderungen eines Parameters der Flüssigkeit, beispielsweise einer Temperaturänderung, unterliegen.

Hierzu ist es auch zweckmäßig, daß das Referenzsensorelement und das Sensorelement einen gemeinsamen Meßkopf bildend angeordnet sind. Damit wird darüber hinaus der Vorteil einer Platzersparnis und einer kompakten Handhabung erreicht. Beispielsweise ist die gesamte Füllstandsmeßvorrichtung als ein eine Einheit bildendes kompaktes Bauteil aus dem Behälter entnehmbar oder im Behälter montierbar.

Der Meßkopf kann beispielsweise einen Tragkörper umfassen, der insbesondere bis zum Rohrboden hin in den Behälter einföhrbar ist. An dem Tragkörper können z. B. dem Referenzsensorelement und dem Sensorelement zugeordnete Elektroden angebracht sein. Der Tragkörper kann z. B. ein Rohrkörper beliebigen Querschnitts sein.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung der Füllstandsmeßvorrichtung weist der Meßkopf einen Temperatursensor auf. Dadurch lassen sich in vorteilhafter Weise Aussagen über Veränderungen der Flüssigkeit sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht treffen. Falls die Meßgröße beispielsweise von einer Temperatur, einer Konzentration und einer Zusammensetzung der Flüssigkeit abhängt und die Flüssigkeit bezüglich ihrer Art und Zusammensetzung immer die gleiche bleibt, läßt sich durch einen Ver-

gleich der Ausgangssignale des Referenzsensorelements und des Temperatursensors auf eine Konzentrationsänderung in der Flüssigkeit schließen. Beispielsweise ist damit eine Identifikation der Flüssigkeit im Behälter möglich, so daß bei einem Harnstoffvorratsbehälter z. B. eine Fehlbe-

tanfung, d. h. ein ungewünschter Behälterinhalt, erkennbar ist.

Bei einer Harnstofflösung ist die Konzentration beispielsweise die Harnstoffkonzentration in der aus Harnstoff und Wasser zusammengesetzten Flüssigkeit.

Der Temperatursensor ist bevorzugt in einen Tragkörper für das Sensorelement und/oder das Referenzsensorelement integriert. Dadurch wird die Kompaktheit der Füllstandsmeßvorrichtung in vorteilhafter Weise weiter erhöht.

Der Temperatursensor kann beispielsweise im Innenraum eines den Tragkörper bildenden Rohrkörpers angeordnet sein.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Füllstandsmeßvorrichtung umfaßt der Meßkopf eine Heiz- und/oder Kühleinrichtung. Dadurch, daß die Heiz- und/oder Kühleinrichtung auf dem Meßkopf angeordnet ist, läßt sich die Temperatur der Flüssigkeit im Bereich des Sensorelements und/oder des Referenzsensorelements besonders schnell in einen Bereich bringen, in dem die Füllstandsmessung exakt oder aber überhaupt erst möglich ist. Beispielsweise ist es bei gefrorener Flüssigkeit möglich, die Flüssigkeit in einem kleinen Bereich um das Sensorelement und das Referenzsensorelement aufzutauen, so daß die Füllstandsmessung bereits kurz nach Aktivieren der Heizeinrichtung möglich ist.

Nach einer ganz besonders bevorzugten Ausgestaltung der Füllstandsmeßvorrichtung ist das Referenzsensorelement und/oder das Sensorelement zumindest teilweise an einer Zulauf- und/oder Entnahmeeinrichtung für die Flüssigkeit befestigbar. Die Zulauf- und/oder Entnahmeeinrichtung dient dabei nicht allein dem Zulauf oder der Entnahme von Flüssigkeit, sondern vielmehr auch als Tragkörper für das Referenzsensorelement, so daß die Füllstandsmeßvorrichtung in vorteilhafter Weise besonders platzsparend und kompakt ist.

Nach einer anderen besonders bevorzugten Ausgestaltung der Füllstandsmeßvorrichtung ist wenigstens ein Teil des Referenzsensorelements und/oder des Sensorelements als eine Zulauf- oder Entnahmeeinrichtung für die Flüssigkeit oder als Teil einer solchen ausgebildet. Auch eine derart ausgestaltete Füllstandsmeßvorrichtung ist besonders platzsparend und zudem kostengünstig.

Die Zulauf- und/oder Entnahmeeinrichtung kann beispielsweise ein Zulauf- bzw. Entnahmerohr sein. Das Rohr kann einen beliebigen, insbesondere kreisförmigen oder rechteckigen, Querschnitt aufweisen.

Beispielsweise ist eine der dem Sensorelement oder dem Referenzsensorelement zugeordneten Elektroden ein Zulauf- oder ein Entnahmerohr oder ein Teil davon.

Die auf das Verfahren bezogene Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß ein zweiter Wert der Meßgröße an einer Referenzmeßstelle in der Flüssigkeit gemessen wird, an der die Meßgröße von dem oder jedem Parameter abhängig und bei einem Füllstand oberhalb eines Mindestfüllstands von dem Füllstand unabhängig ist.

Mit einem derartigen Verfahren läßt sich ein Füllstand oder eine Füllstandsänderung ermitteln, der bzw. die uneinflußt von einem Parameter der Flüssigkeit, insbesondere von einer Temperatur, einer Zusammensetzung und/oder einer Konzentration der Flüssigkeit, ist. Ein derart ermittelter Füllstand bzw. eine derart ermittelte Füllstandsänderung ist demzufolge weitaus verlässlicher, als ein entsprechender mit einem Verfahren ohne Referenzmeßstelle ermittelter Wert.

Die Referenzmeßstelle ist beispielsweise eine Stelle, an

der sich auch unterhalb des Mindestfüllstands Flüssigkeit befindet.

Das Verfahren nach der Erfindung ist bevorzugt mit einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung durchführbar.

Fünf Ausführungsbeispiele einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung werden anhand der schematischen Fig. 1 bis 7 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung mit zwei Elektroden und zwei Referenzelektroden,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung mit zwei Elektroden und zwei Referenzelektroden,

Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung mit einem Meßkopf,

Fig. 4 einen Querschnitt durch den Meßkopf der Fig. 3,

Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung mit einem Meßkopf,

Fig. 6 einen Querschnitt durch den Meßkopf der Fig. 5,

Fig. 7 ein fünftes Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung mit zwei Elektroden und einer Referenzelektrode.

Fig. 1 zeigt einen Behälter 1 mit einer Deckenwand 1A und einer Bodenwand 1B. Der Behälter 1 ist bis zu einer Flüssigkeitsoberfläche 3 mit einer Flüssigkeit F entsprechend einem Füllstand H gefüllt.

Durch die Deckenwand 1A ist ein Sensorelement 10, umfassend eine erste Elektrode 12 und eine zweite Elektrode 14, in den Behälter 1 eingeführt. Die erste Elektrode 12 und die zweite Elektrode 14 tauchen in die Flüssigkeit F bis nahe zur Bodenwand 1B ein. Die erste Elektrode 12 und die zweite Elektrode 14 sind über eine erste Spannungsquelle 16 und ein erstes Strommeßgerät 18 miteinander verbunden. An der ersten Spannungsquelle 16 wird eine elektrische Wechselspannung beliebiger Kurvenform (Sinus, Rechteck, Sägezahn, Exponentialfunktion etc.) erzeugt. Verändert sich der Füllstand H der Flüssigkeit F im Behälter 1, so ändern sich die in die Flüssigkeit F eintauchenden Elektrodenoberflächen und somit die Leitfähigkeit des Raums zwischen der ersten Elektrode 12 und der zweiten Elektrode 14. Dies äußert sich somit in einem veränderten Stromfluß, der von dem ersten Strommeßgerät 18 detektiert wird.

Anstelle der ersten Spannungsquelle 16 kann auch eine Konstant-(Wechsel-)Stromquelle vorhanden sein. Eine mit einem Spannungsmeßgerät an den Elektroden 12, 14 gemessene Spannung wird dann als Maß für die Leitfähigkeit und den Füllstand H verwendet.

Das Ausführungsbeispiel der Fig. 1 umfaßt ferner ein Referenzsensorelement 20, mit dem die Leitfähigkeit an einer Referenzmeßstelle 21 in der Flüssigkeit F meßbar ist. Die Referenzmeßstelle 21 liegt unterhalb eines Mindestfüllstands  $H_{\min}$ . Das Referenzsensorelement 20 weist eine erste Referenzelektrode 22 und eine zweite Referenzelektrode 24 auf, die mit einer zweiten Spannungsquelle 26 und einem zweiten Strommeßgerät 28 verbunden sind.

Die erste Elektrode 12 und die zweite Elektrode 14 sind als elektrisch leitfähige, längsgestreckte, rohrartige Bauteile ausgebildet, die von der Deckenwand 1A bis zur Bodenwand 1B des Behälters 1, insbesondere bis zum Mindestfüllstand  $H_{\min}$  und darüber hinaus, reichen. Die erste Referenzelektrode 22 und die zweite Referenzelektrode 24 sind im Vergleich dazu kleine, elektrisch leitfähige Bauteile, die am Ende einer Entnahmeeinrichtung 42 bzw. am Ende einer Zulaufeinrichtung 40 und ausschließlich unterhalb des Mindestfüllstands  $H_{\min}$  angebracht sind. Die Zulaufeinrichtung 40 ist ein Rohr, durch das Flüssigkeit F entlang einer Zulauf- richtung 41 in den Behälter 1 gefüllt werden kann. Entsprechend ist die Entnahmeeinrichtung 42 ein weiteres Rohr, mit

welchem Flüssigkeit F entlang einer Abfahrrichtung 43 aus dem Behälter 1 entnommen werden kann.

Übersteigt der Füllstand H der Flüssigkeit F den Mindestfüllstand  $H_{\min}$ , dann ist das Referenzsensorelement 20, d. h. sind die Referenzelektroden 22, 24, immer vollständig mit Flüssigkeit F benetzt, so daß eine Änderung des Füllstands H keine Änderung des vom zweiten Strommeßgerät 28 gemessenen Stroms hervorruft.

Die Flüssigkeit F im Behälter 1 ist eine Lösung von Harnstoff in Wasser. Die von den Elektroden 12, 14 gemessene Leitfähigkeit hängt neben dem Füllstand H auch von der Temperatur, der Harnstoffkonzentration im Wasser und auch davon ab, ob in dem Wasser neben Harnstoff noch andere Bestandteile gelöst sind. Sie hängt auch vom Aggregatzustand der Harnstofflösung ab. Ändert sich einer dieser Parameter der Flüssigkeit F, so ist allein bei Kenntnis der von dem ersten Strommeßgerät 18 gemessenen Leitfähigkeit weder qualitativ noch quantitativ identifizierbar, ob und gegebenenfalls inwieweit die Änderung der Leitfähigkeit vom Füllstand H oder von einem der Parameter der Flüssigkeit F beeinflusst ist. Erst durch das Referenzsensorelement 20, bei dem sich eine Änderung der Parameter der Flüssigkeit F, nicht aber eine Änderung des Füllstands H, in einer von dem zweiten Strommeßgerät 28 detektierten Leitfähigkeit niederschlägt, ist dies möglich.

Im Inneren der zweiten Elektrode 14 befindet sich ein Temperatursensor 60. Dadurch läßt sich mit Hilfe der Füllstandsmeßeinrichtung der Fig. 1 auch auf eine Änderung des Harnstoffgehalts in der Flüssigkeit F oder auf eine veränderte Zusammensetzung der Flüssigkeit F schließen.

Die Füllstandsmeßeinrichtung weist ferner eine Heiz- und/oder Kühleinrichtung 70 auf, mit Hilfe derer beispielsweise die Flüssigkeit F um die Elektroden 12, 14 und die Referenzelektroden 22, 24 herum aufgetaut werden kann, falls diese eingefroren ist.

Ein Fluidbehälter 80, beispielsweise realisiert durch einen flüssigkeitsdurchlässigen, die Elektroden 12, 14 und die Referenzelektroden 22, 24 umschließenden Ring, verhindert zu starke Strömungen und Schwankungen der Flüssigkeitsoberfläche in der Nähe des Referenzsensorelements 20, was besonders bei einem in einem Kraftfahrzeug mitgeführten Harnstoffvorratsbehälter 1 von Vorteil ist.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung, das sich von dem in Fig. 1 dargestellten Ausführungsbeispiel dadurch unterscheidet, daß das Referenzsensorelement 20 durch die Bodenwand 1B des Behälters 1 in diesen einfühbar ist. Die Referenzelektroden 22, 24 sind nicht wie bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 1 an der Zulaufeinrichtung 40 bzw. der Entnahmeeinrichtung 42 befestigt, sondern werden durch diese gebildet. Die Zulauf- und die Entnahmeeinrichtung 40, 42 sind durch zwei Rohrstutzen gebildet, die durch die Bodenwand 1B bis unterhalb des Mindestfüllstands  $H_{\min}$  in den Behälter eingeführt sind und gleichzeitig als erste Referenzelektrode 22 bzw. zweite Referenzelektrode 24 dienen.

Fig. 3 sowie Fig. 4 entlang eines Querschnitts durch die Linie IV-IV zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel einer Füllstandsmeßeinrichtung nach der Erfindung, bei dem das Referenzsensorelement 20 und das Sensorelement 10 an einem hohlen, elektrisch isolierenden Tragkörper 88, einen gemeinsamen Meßkopf 90 bildend, angeordnet sind. Im Innenumraum 94 des Tragkörpers 88 ist der Temperatursensor 60 angeordnet, an den Längsseiten des Tragkörpers 88 die gekrümmte erste Elektrode 12 und die gekrümmte zweite Elektrode 14, die sich im wesentlichen von der Deckenwand 1A bis zur Bodenwand 1B des Behälters 1, insbesondere bis etwa zum Mindestfüllstand  $H_{\min}$ , erstrecken. Die erste Elek-

trode 12 und die zweite Elektrode 14 sind in Umfängerichtung um den Tragkörper 88 bestanden (Fig. 4)

An der unteren Stirnseite des Tragkörpers 88, und zwar unterhalb des Mindestfüllstands  $H_{min}$ , ist die erste Referenzelektrode 22 und die zweite Referenzelektrode 24, das Referenzsensorelement 20 bildend, angebracht.

Der Übersichtlichkeit halber ist die elektrische Verdrahtung aller Elektroden 12, 14 und Referenzelektroden 22, 24 in der Fig. 3 und in den folgenden Figuren weggelassen.

Mit den in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Füllstandsmeßvorrichtungen wird bevorzugt eine elektrische Leitfähigkeit L gemessen, die unter anderem von einer spezifischen elektrischen Leitfähigkeit  $\sigma$  eines Raumbereichs zwischen den jeweiligen Elektroden und von Größe der mit Flüssigkeit F benetzten Elektrodenoberfläche abhängt.

Das in Fig. 5 dargestellte vierte Ausführungsbeispiel eignet sich besonders zur Messung einer Kapazität C. Die Kapazität C einer Elektrodenanordnung hängt unter anderem von der relativen Dielektrizitätszahl  $\epsilon_r$  des Raumbereichs ab, der von dem von den Elektroden erzeugten elektrischen Feld durchdrungen ist.

Bei dem Ausführungsbeispiel der Fig. 5 sind das Sensorelement 10 und das Referenzsensorelement 20 an dem Tragkörper 88, den Meßkopf 90 bildend, befestigt. Der bevorzugt aus elektrisch nicht leitfähigem Material bestehende Tragkörper 88 ist ein an der Deckenwand 1A befestigter, längsausgedehnter, unten geschlossener und zumindest im unteren Bereich flüssigkeitsdichter Hohlkörper, in dessen Inneren sich der Temperatursensor 60 befindet. An der Innenwand des Tragkörpers ist die großflächige und gekrümmte zweite Elektrode 14 fixiert, die annähernd einen Halbkreis bildet. An der Außenwand ist die großflächige und gekrümmte erste Elektrode 12 befestigt, deren azimutale Ausdehnung kleiner ist als die der zweiten Elektrode 14 (Fig. 6).

Wird an die erste Elektrode 12 und die zweite Elektrode 14 ein elektrisches Feld angelegt, dann durchdringen die elektrischen Feldlinien nicht nur den unmittelbaren, von der Wand des Tragkörpers 88 ausgefüllten Raum zwischen den Elektroden 12, 14 (Fig. 6), sondern sie dringen auch in den flüssigkeitsgefüllten Raum hinein. Dies wird dadurch unterstützt, daß die zweite Elektrode 14 umfangseitig an dem Tragkörper 88 eine größere Ausdehnung aufweist als die erste Elektrode 12, was aus Fig. 6 ersichtlich wird, die einen Schnitt entlang der Linie VI-VI der Fig. 5 darstellt. Das Referenzsensorelement 20 ist gebildet durch die erste Referenzelektrode 22 einerseits und durch die erste Elektrode 12 andererseits. Die erste Elektrode 12 ist somit sowohl dem Sensorelement 10 als auch dem Referenzsensorelement 20 zugeordnet.

Bei der bevorzugt für eine Messung der Kapazität C vorgesehenen Meßvorrichtung der Fig. 5 und 6 ist der Tragkörper 88 aus Kunststoff oder einem anderen elektrisch nicht leitfähigen Material gefertigt.

Bei dem in Fig. 7 dargestellten fünften Ausführungsbeispiel ist das Sensorelement 10 im wesentlichen wie in Fig. 1 oder 2 ausgebildet. Speziell sind die erste Elektrode 12 und die zweite Elektrode 14 als rohrartige Bauteile ausgebildet. Im Gegensatz zu diesen Figuren sind die beiden Elektroden 12, 14 aber unterschiedlich lang. Die erste Elektrode 12 ist unten geschlossen, taucht bis unter den Mindestfüllstands  $H_{min}$  in die Flüssigkeit F ein und trägt an ihrer unteren Stirnseite die erste Referenzelektrode 22 des Referenzsensorelements 20. Die erste Referenzelektrode 22 ist bezüglich der ersten Elektrode 12 isoliert und hat als Gegenelektrode die zweite Elektrode 14, wobei die Verdrahtung des Referenzsensorelements 20 aus Übersichtlichkeitsgründen nicht dargestellt ist. Die erste Referenzelektrode 22 kann durch einen

flächenhaften elektrisch leitfähigen Körper oder durch einen Draht realisiert sein. Im Innenraum der zweiten Elektrode 14 ist ein Temperatursensor 60 angebracht.

# Patentsprüche

1. Füllstandsmeßvorrichtung für eine Flüssigkeit (F) in einem Behälter (1), insbesondere für eine Harnstofflösung in einem Harnstoffvorratsbehälter, mit einem Sensorelement (10), mit dem ein erster Wert einer von einem Füllstand (H) des Behälters (1) und von mindestens einem Parameter (T, c, FI) der Flüssigkeit (F) abhängigen Meßgröße (C, L) meßbar ist, **gekennzeichnet durch ein Referenzsensorelement (20) zur Messung eines zweiten Werts der Meßgröße (C, L), das derart in der Flüssigkeit (F) angeordnet ist, daß der zweite Wert abhängig von dem oder jedem Parameter (T, c, FI) und bei einem Füllstand (H) oberhalb eines Mindestfüllstands ( $H_{min}$ ) unabhängig von dem Füllstand (H) ist.**
2. Füllstandsmeßvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Parameter eine Temperatur (T) und/oder eine Zusammensetzung (FI) und/oder eine Konzentration (c) der Flüssigkeit (F) ist.
3. Füllstandsmeßvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßgröße eine elektrische Leitfähigkeit (L) ist.
4. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßgröße eine elektrische Kapazität (C) ist.
5. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine erste Elektrode (12), eine zweite Elektrode (14) und eine erste Referenzelektrode (22), wobei die erste Elektrode (12) und die zweite Elektrode (14) dem Sensorelement (10) und die erste Elektrode (12) und die erste Referenzelektrode (22) dem Referenzsensorelement (20) zugeordnet sind.
6. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsensorelement (20) durch eine Bodenwand (1B) des Behälters (1) in diesen einführbar ist.
7. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsensorelement (20) und das Sensorelement (10) unmittelbar benachbart angeordnet sind.
8. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsensorelement (20) und das Sensorelement (10) einen gemeinsamen Meßkopf (90) bildend angeordnet sind.
9. Füllstandsmeßvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (90) einen Temperatursensor (60) aufweist.
10. Füllstandsmeßvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor (60) in einen Tragkörper (88) für das Sensorelement (10) und/oder das Referenzsensorelement (20) integriert ist.
11. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßkopf (90) eine Heiz- und/oder Kühleinrichtung (70) umfaßt.
12. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Referenzsensorelement (20) und/oder das Sensorelement (10) zumindest teilweise an einer Zulauf- und/oder Entnahmeeinrichtung (40; 42) für die Flüssigkeit (F) befestigbar ist.
13. Füllstandsmeßvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß wenig

stens ein Teil des Referenzensorelements (20) und/oder des Sensorelements (10) als eine Zulauf- oder Entnahmeeinrichtung (40; 42) für die Flüssigkeit (F) oder als Teil einer solchen ausgebildet ist.

14. Füllstandsmeßvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Zulauf- und/oder Entnahmeeinrichtung (40; 42) ein Zulauf- bzw. Entnahmerohr ist.

15. Verfahren zum Messen des Füllstands (H) einer Flüssigkeit (F) in einem Behälter (1), insbesondere einer Harnstofflösung in einem Harnstoffvorratsbehälter, bei dem ein erster Wert einer vom Füllstand (H) des Behälters (1) und von mindestens einem Parameter (T, c, FL) der Flüssigkeit (F) abhängigen Meßgröße (C, L) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweiter Wert der Meßgröße (C, L) an einer Referenzmeßstelle (21) in der Flüssigkeit (F) gemessen wird, an der die Meßgröße (C, L) von dem oder jedem Parameter (T, c, FL) abhängig und bei einem Füllstand (H) oberhalb eines Mindestfüllstands ( $H_{min}$ ) von dem Füllstand (H) unabhängig ist.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzmeßstelle (21) eine Stelle ist, an der sich auch unterhalb des Mindestfüllstands ( $H_{min}$ ) Flüssigkeit (F) befindet.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



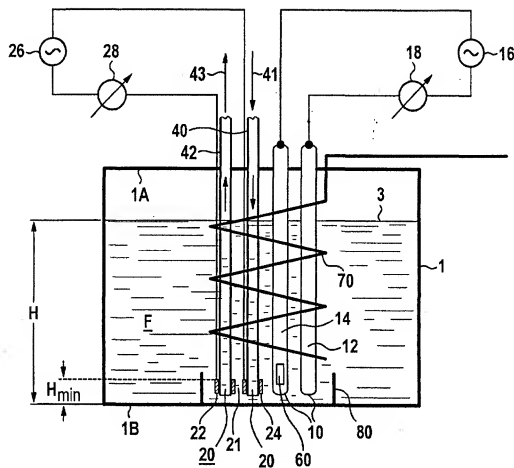
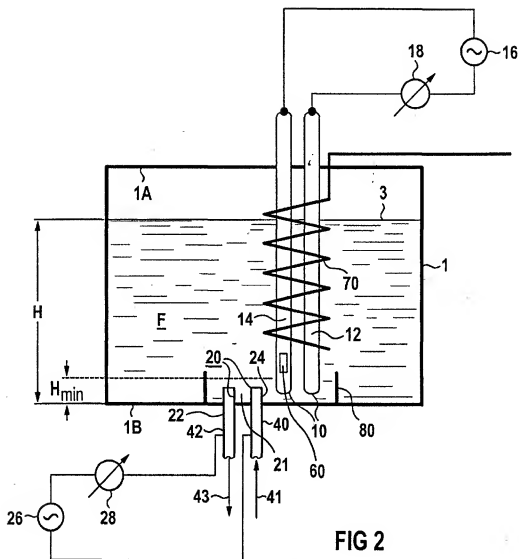


FIG 1



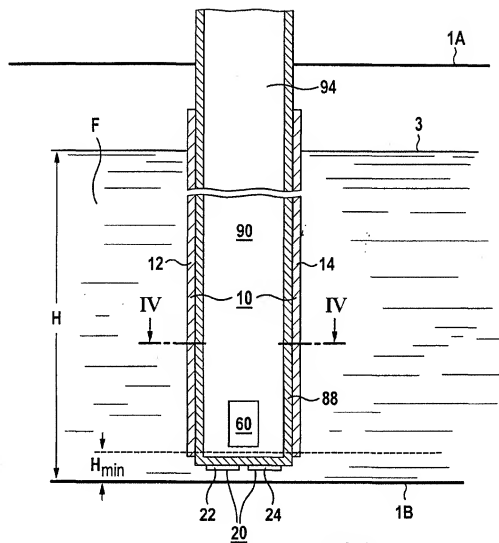


FIG 3

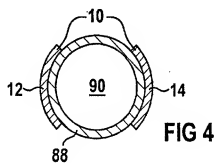


FIG 4

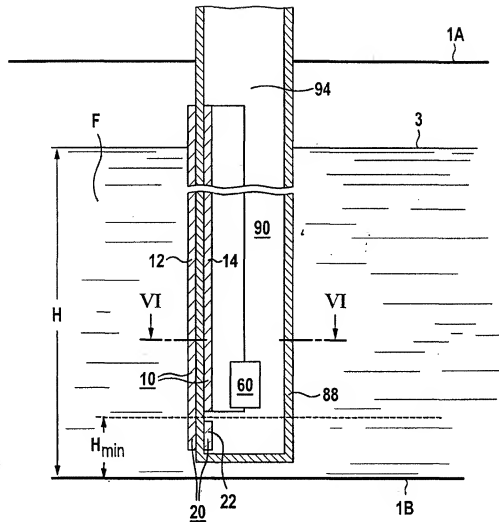
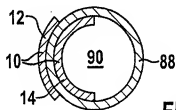


FIG 5



**FIG 6**

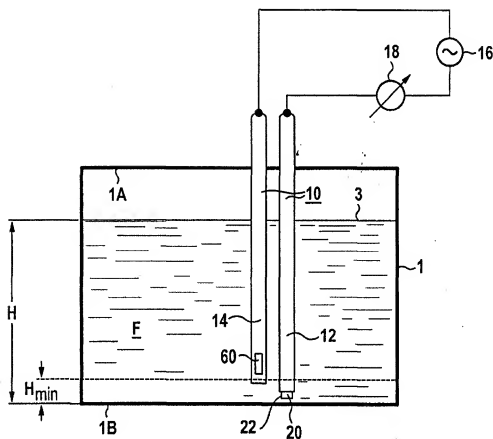


FIG 7